

BEST AVAILABLE COPY

KOREAN PATENT ABSTRACT (KR)

Patent Laid-Open Gazette

(51) IPC Code: C09K 11/06

(11) Publication No.: P2002-0086950 (43) Publication Date: 20 November 2002

(21) Application No.: 10-2002-7013716 (22) Application Date: 12 October 2002

(86) International Application No.: PCT/JP2002/01162

(86) International Filing Date: 12 February 2002

(87) International Publication No.: WO 2002/64700

(87) International Publication Date: 22 August 2002

(81) Designated States

NATIONAL: AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH CN CO CR
CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE
KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ
OM PH PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VN
YU ZA ZM ZW

ARIPO patent: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZM ZW

Eurasian patent: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM

European patent: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR

OAPI patent: BF BJ CF CG CI CM GA GN GQ GW ML MR NE SN TD TG

(30) Priority Data: JP-P-2001-00036634 (2001.02.14)

JP-P-2002-00030753 (2002.02.07)

(71) Applicant:

SANYO ELECTRIC CO., LTD.

2-5-5, Keihanhondori, Moriguchi-shi, Osaka, Japan

(72) Inventor:

HAMADA, Yuji; MATSUSUE, Noriyuki

(54) Title of the Invention:

Organic Electroluminescence Device, Luminescent Material, and Organic Compound

Abstract:

Provided is an organic EL device in which a hole injection electrode, a hole injection layer, a hole transport layer, and a luminescent layer are sequentially formed on a glass substrate. An electron injection electrode is formed on the luminescent layer. The luminescent layer contains an organic iridium compound produced from a quinoline derivative and iridium, which emits red or orange light through a triplet excited state.

특 2002-0086950

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

C09K 11/06

(11) 공개번호 특2002-0086950

(43) 공개일자 2002년11월20일

(21) 출원번호 10-2002-7013716

(22) 출원일자 2002년10월12일

번역문제출일자 2002년10월12일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2002/01162

(87) 국제공개번호 WO 2002/64700

(86) 국제출원출원일자 2002년02월12일

(87) 국제공개일자 2002년08월22일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지아 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기스 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 아랍에미리트 안티구아바바다 코스타리카 도미니카 연방 알제리 모로코 탄자니아 남아프리카 벨리즈 모잠비크 에쿠아도르 필리핀 콜롬비아 그레나다 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도 짐바브웨 유고슬라비아 시에라리온 튀니지 잠비아 오만 AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 시에라리온 가나 감비아 짐바브웨 모잠비크 탄자니아 잠비아

EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기스 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄

EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스 터키

OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비쏘 적도기네

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00036634 2001년02월14일 일본 (JP)

JP-P-2002-00030753 2002년02월07일 일본 (JP)

(71) 출원인 산요 덴키 가부시기가이샤

(72) 발명자

일본 오사카후 모리구치시 게이한 혼도오리 2초메 5반 5고 하마다, 유지

일본570-8677오사카후모리구치시게이한혼도오리2초메5반5고산요덴키가부시기가이샤내

마쯔수메, 노리유키

일본570-8677오사카후모리구치시게이한혼도오리2초메5반5고산요덴키가부시기가이샤내

(74) 대리인

주성민, 위혜숙

심사청구 : 없음

(54) 유기 전계 발광 소자, 발광 재료 및 유기 화합물

요약

본 발명의 유기 EL 소자는 유기 기판 상에 홀 주입 전극이 형성되며, 그 위에 홀 주입층, 홀 수송층 및 발광층이 순서대로 형성되어 있다. 발광층 상에는 전자 주입 전극이 형성되어 있으며, 발광층은 퀴놀린 유도체와 이리듐으로 형성되는 유기 이리듐 화합물을 포함한다. 또한, 이 유기 이리듐 화합물은 삼중항 여기 상태를 경유하여 적색 내지 오렌지색 발광이 가능하다.

도표도

도1

색인어

유기 EL 소자, 홀 주입 전극, 홀 주입층, 홀 수송층, 발광층

명세서

기술분야

본 발명은 유기 전계 발광 소자, 발광 재료 및 유기 화합물에 관한 것이다.

배경기술

유기 전계 발광 소자 (이하, '유기 EL 소자'라고 함)는 새로운 자기 발광형 소자로서 기대되고 있다. 유기 EL 소자는 홀 주입 전극과 전자 주입 전극간에 캐리어 수송층 (전자 수송층 또는 홀 수송층) 및 발광층이 형성된 적층 구조를 갖고 있다.

홀 주입 전극으로서는 금 또는 ITO(인듐-주석 산화물)와 같은 일함수가 큰 전극 재료가 사용되며, 전자 주입 전극으로서는 Mg(마그네슘) 또는 Li(리튬)과 같은 일함수가 작은 전극 재료가 사용된다.

또한, 홀 수송층, 발광층 및 전자 수송층에는 유기 재료가 사용된다. 홀 수송층에는 p형 반도체의 성질을 갖는 재료가 사용되며, 전자 수송층에는 n형 반도체의 성질을 갖는 재료가 사용된다. 발광층도 전자 수송층 또는 홀 수송층과 같은 캐리어 수송성을 가짐과 동시에 형광 또는 인광을 발하는 유기 재료에 의해 구성된다.

이들 홀 주입 전극, 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 전자 주입 전극은 상기 순서대로 적층되어 유기 EL 소자를 형성한다.

또한, 사용하는 유기 재료에 의해 홀 수송층, 전자 수송층 및 발광층의 각 기능층이 복수층으로 구성되거나, 또는 생략되거나 한다.

예를 들면, [Chihaya Adachi et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 55, pp. 1489-1491 (1989)]에 개시된 소자 구조에서는 홀 주입 전극과 전자 주입 전극간에 발광층 및 전자 수송층의 2층의 유기층만 존재한다. 이것은 MSD라는 발광 재료에 의해 구성된 발광층이 양호한 홀 수송성을 갖고 있기 때문에, 발광층이 홀 수송층도 겸하고 있기 때문이다.

또한, [C. W. Tang et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 51, pp. 913-915 (1987)]에 개시된 소자 구조는 홀 수송층 및 발광층의 2층의 유기층으로 구성되어 있다. 이 경우, 발광층의 트리스(8-히드록시퀴놀리네이트) 알루미늄 (이하, 'Alq'라고 함)이 발광 및 전자 수송의 두가지 역할을 담당한다.

한편, [S. A. VanSlyke et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 69, pp. 2160-2162 (1996)]에 개시된 소자 구조는 홀 주입층, 홀 수송층 및 발광층의 3층의 유기층으로 구성되어 있다. 이 경우, 홀 주입층은 구리 포탈로시아닌으로 구성되며, 홀 수송층과 동일한 작용을 하고, 소자 전체에서는 홀 수송층이 2층 존재하게 된다.

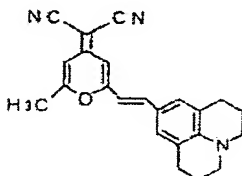
이와 같이, 사용하는 유기 재료에 의해 전자 수송층, 홀 수송층 및 발광층의 구성수를 자유롭게 조정할 수 있다.

유기 EL 소자에 있어서는, 발광층을 구성하는 유기 재료를 선택함으로써 청색에서 적색까지의 가시광을 얻을 수 있다. 따라서, 광의 3원색(RGB)인 적색, 녹색 및 청색의 각 단색광을 발하는 유기 EL 소자를 사용하여 풀 컬러 표시를 실현할 수 있게 된다.

유기 EL 소자에 의해 얻어지는 적색광, 녹색광 및 청색광 중에서 안정한 광은 녹색광 및 청색광이다. 이에 대하여 적색 내지 오렌지색광에 있어서는, 고휘도로 발광 효율이 높은 광을 얻는 것이 곤란하다. 이것은 효율적으로 적색 내지 오렌지색의 형광 또는 인광을 발하는 고체의 유기 재료가 존재하지 않기 때문이다.

예를 들면, 적색 내지 오렌지색으로 발광하는 유기 EL 소자의 발광층의 유기 재료로서는, 주로 하기 화학식 10으로 표시되는 구조를 갖는 (4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-플로딘-4-일-비닐)-4H-피란 (이하, 'DCM'이라고 함) 등의 레이저 색소계 재료인 DCM계 재료가 사용된다. 그러나, 이러한 DCM계 재료를 사용한 유기 EL 소자에 있어서는, 발광 효율을 향상시키는 것이 곤란하였다.

화학식 10



발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 고휘도의 적색 내지 오렌지색광을 높은 발광 효율로 얻을 수 있는 유기 EL 소자를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 고휘도의 적색 내지 오렌지색광을 높은 발광 효율로 얻을 수 있는 발광 재료를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 고휘도의 적색 내지 오렌지색광을 높은 발광 효율로 얻을 수 있는 유기 EL 소자에 사용되는 유기 화합물을 제공하는 것이다.

본 발명의 한 형태에 의한 유기 전계 발광 소자는, 홀 주입 전극과 전자 주입 전극간에 발광층을 구비한 유기 전계 발광 소자로서, 발광층은 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물을 포함하는 것이다.

본 발명에 관한 유기 전계 발광 소자에 있어서는, 발광층이 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물을 포함하고 있다.

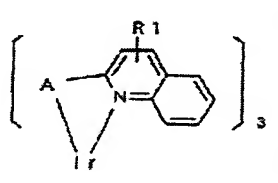
여기서, 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물은 삼중항 여기 상태를 공유하여 발광할 수 있는 재료이기 때문에, 상기한 유기 전계 발광 소자의 발광층에 있어서는 통상은 유효하게 이용하지 못하던 삼중항 여기 상태를 유효하게 이용하여 적색 내지 오렌지색 발광을 가능하게 한다.

따라서, 상기한 유기 전계 발광 소자에 있어서는, 고휘도의 적색 내지 오렌지색 발광을 높은 발광 효율로 실현할 수 있게 된다.

또한, 상기한 유기 전계 발광 소자에 있어서, 발광층은 그 자체가 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물로 구성될 수도 있다. 또는, 발광층에 도펀트로서 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물이 첨가될 수도 있다.

이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물은, 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 1 중의 R1은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이며, A는 치환기인 것이 바람직하다.

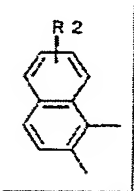
화학식 1



이러한 분자 구조를 가진 화합물로 구성되는 발광층에 있어서는, 삼중항 여기 상태를 공유하여 적색 내지 오렌지색 발광이 가능하게 된다. 따라서, 고휘도의 적색 내지 오렌지색 발광을 높은 발광 효율로 실현할 수 있게 된다.

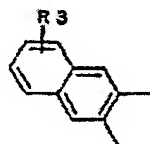
화학식 1로 표시되는 화합물은, A가 하기 화학식 A1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A1 중의 R2는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A1



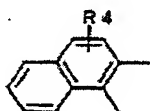
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A2 중의 R3은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A2



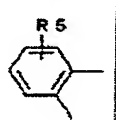
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A3으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A3 중의 R4는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A3



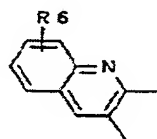
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A4로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A4 중의 R5는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A4



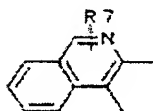
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A5로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A5 중의 R6는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A5



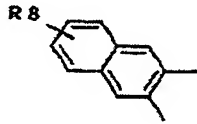
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A6으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A6 중의 R7는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A6



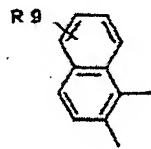
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A7로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A7 중의 R8는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A7



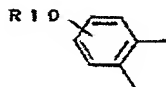
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A8로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A8 중의 R9는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A8



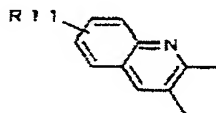
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A9로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A9 중의 R10은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A9



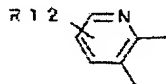
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A10으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A10 중의 R11은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A10



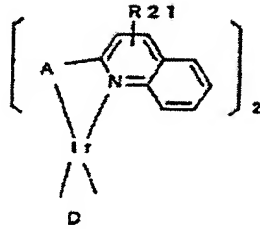
또한, 화학식 1로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A11로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A11 중의 R12는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, 0는 환상 구조를 형성하는 치환기인 것이 바람직하다.

화학식 A11



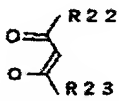
이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물은 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, 0는 환상 구조를 형성하는 치환기인 것이 바람직하다.

화학식 2



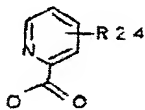
D는 하기 화학식 M로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 M 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 M



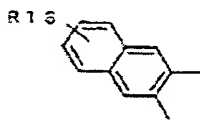
D는 하기 화학식 M2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 M2 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 M2



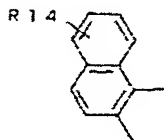
또한, 화학식 2로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A12로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A12 중의 R13은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A12



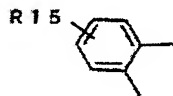
또한, 화학식 2로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A13으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A13 중의 R14는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A13



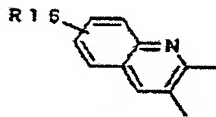
또한, 화학식 2로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A14로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A14 중의 R15는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A14



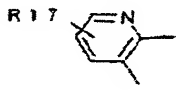
또한, 화학식 2로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A15로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A15 중의 R16는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A15



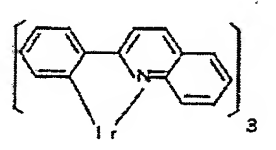
또한, 화학식 2로 표시되는 화합물은 A가 하기 화학식 A16으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A16 중의 R17는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

화학식 A16



이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물은 하기 화학식 8로 표시되는 분자 구조를 가진 트리스(2-페닐 퀴놀린)이리듐일 수도 있다.

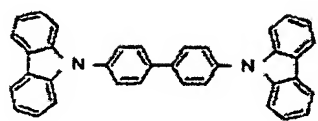
화학식 8



발광층은 호스트 재료를 더 포함하며, 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물의 함유량은 호스트 재료에 대하여 0.1 중량% 이상 50 중량% 이하일 수도 있다. 이와 같이, 발광층에 있어서 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물이 도펀트로서 첨가되는 경우에 있어서도 고휘도의 적색 내지 오렌지색광을 높은 발광 효율로 얻을 수 있게 된다.

호스트 재료는 하기 화학식 9로 표시되는 분자 구조를 가진 4,4'-비스(카르바졸-9-일)비페닐일 수도 있다.

화학식 9

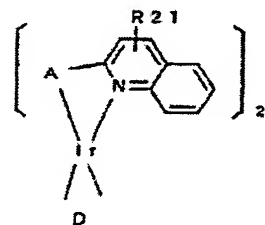


이러한 호스트 재료를 사용함으로써 높은 발광 효율과 고휘도로 적색 내지 오렌지색광을 얻을 수 있게 된다.

발광층과 전자 주입 전극간에 발광층보다 큰 미온화 포텐셜을 가진 홀 저지층이 설치되는 것이 바람직하다. 이러한 홀 저지층이 설치됨으로써 발광층과 홀 저지층간의 에너지 장벽이 커지게 된다. 따라서, 정공(홀)이 발광층에서 전자 주입 전극측으로 주입되는 것을 방지할 수 있게 되어 발광층에 있어서 효율적으로 전자와 정공을 재결합시킬 수 있게 된다. 이에 따라, 유기 EL 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

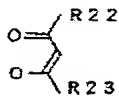
본 발명의 다른 형태에 의한 발광 재료는, 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, D는 환상 구조를 형성하는 치환기이다.

<화학식 2>



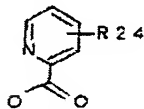
D는 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 1 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

<화학식 1>



D는 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

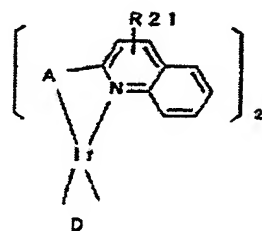
<화학식 2>



이러한 발광 재료는 삼중항 여기 상태를 경유하여 발광할 수 있는 재료이기 때문에 적색 내지 오렌지색 발광이 가능하게 된다.

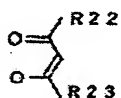
본 발명의 또 다른 형태에 의한 유기 화합물은 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, D는 환상 구조를 형성하는 치환기이다.

<화학식 2>



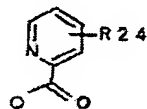
D는 하기 화학식 미로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 미 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

<화학식 미>



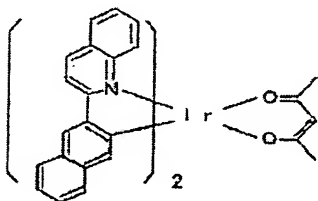
D는 하기 화학식 미로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 미 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기일 수도 있다.

<화학식 미>



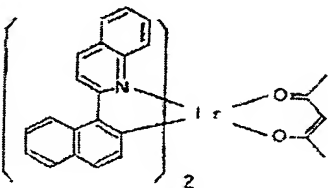
유기 화합물은 하기 화학식 미로 표시되는 분자 구조를 가질 수도 있다.

화학식 미



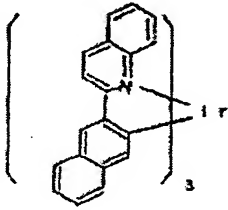
유기 화합물은 하기 화학식 미로 표시되는 분자 구조를 가질 수도 있다.

화학식 미



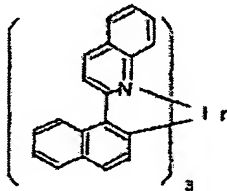
유기 화합물은 하기 화학식 미로 표시되는 분자 구조를 가질 수도 있다.

화학식 8



유기 화합물은 하기 화학식 8로 표시되는 분자 구조를 가질 수도 있다.

화학식 8



이러한 유기 화합물은 삼중항 여기 상태를 경유하여 발광할 수 있는 재료이기 때문에 적색 내지 오렌지색 발광이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에서의 유기 EL 소자의 구조를 나타내는 모식도이다.

도 2는 실시예의 유기 EL 소자에서의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

<발명을 실시하기 위한 최선의 형태>

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에서의 유기 전계 발광 소자 (이하, '유기 EL 소자'라고 함)의 구조를 나타내는 모식도이다.

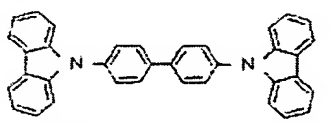
도 1에 나타난 바와 같이, 유기 EL 소자 (100)에 있어서는 유리 기판 (1) 상에 투명 전극막을 포함하는 홀 주입 전극(양극) (2)가 형성되어 있다. 홀 주입 전극 (2) 상에는 유기 재료를 포함하는 홀 주입층 (3), 유기 재료를 포함하는 홀 수송층 (4) 및 유기 재료를 포함하는 발광층 (5)가 순서대로 형성되어 있다. 또한, 발광층 (5) 상에는 유기 재료를 포함하는 홀 저지층 (6)이 형성되어 있고, 홀 저지층 (6) 상에는 전자 주입 전극(음극) (7)이 형성되어 있다.

발광층 (5)는 퀴놀린 유도체와 이리듐 금속으로 구성되는 유기 이리듐 화합물을 포함한다. 또한, 발광층 (5)는 그 자체가 이러한 유기 이리듐 화합물로 구성될 수도 있고, 또는 발광 도펀트로서 이러한 유기 이리듐 화합물을 포함할 수도 있다.

예를 들어, 본 실시예에 있어서는 흡수하는 호스트 재료에 발광 도펀트로서 이리듐 및 퀴놀린 유도체로 이루어지는 유기 이리듐 화합물이 포함되어 있다. 이 경우의 유기 이리듐 화합물의 함유량은 호스트 재료에 대하여 0.1 중량% 내지 50 중량%이며, 바람직하게는 1 중량% 내지 10 중량%이다.

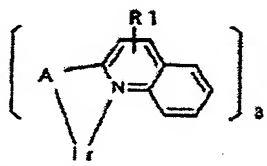
또한, 호스트 재료로서는, 예를 들면 하기 화학식 9로 표시되는 분자 구조를 가진 4,4'-비스(카르바졸-9-일)비페닐 (이하, CBP라고 함)이 사용된다.

<화학식 9>



발광층 5에 포함되는 상기 유기 이리듐 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 가진 것이 바람직하다. 또한, 화학식 1 중의 R은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기를 나타내며, A는 흡수하는 치환기를 나타낸다.

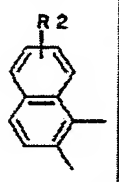
<화학식 1>



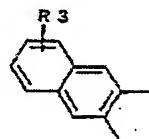
예를 들어, R1은 $-C_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), 페닐기, 나프틸기, $-CN$, $-N(C_nH_{2n+1})_2$ ($n=1$ 내지 10), $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OCH_3$, $-OC_2H_5$ 등이다.

또한, 상기 화학식 1 중의 A는, 예를 들면 하기 화학식 A1 내지 A11로 표시되는 분자 구조를 가진 치환기 중 어느 하나일 수도 있다.

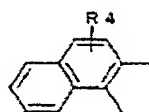
<화학식 A1>



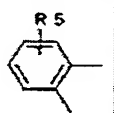
<화학식 A2>



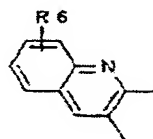
<화학식 A3>



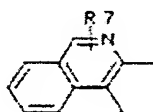
<화학식 A4>



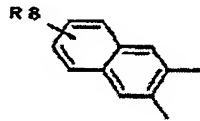
<화학식 A5>



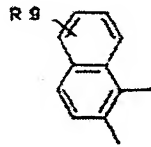
<화학식 A6>



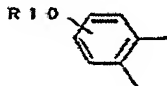
<화학식 A7>



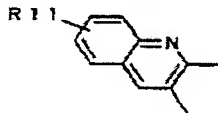
<화학식 A8>



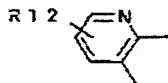
<화학식 A9>



<화학식 A10>



<화학식 A11>

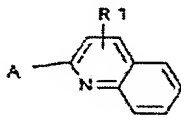


또한, 화학식 A1 내지 A11 중의 R2 내지 R12는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이다. 예를 들어, R8 내지 R12는 $-C_nH_{2n+1}$ ($n=0$ 내지 10), 페닐기, 나프틸기, $-CN$, $-N(C_nH_{2n+1})_2$ ($n=1$ 내지 10), $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OCH_3$, $-OC_2H_5$ 등이다.

이와 같이 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되며, 상기 화학식 1로 표시되는 구조를 가진 유기 이리듐 화합물은 삼중항 여기 상태를 경유하여 적색 내지 오렌지색의 인광을 발하는 것이 가능하다.

상기 화학식 1로 표시되는 유기 이리듐 화합물은, 하기 화학식 B1로 표시되는 분자 구조를 가진 퀴놀린 유도체와 이리듐 화합물을 반응시켜 이리듐에 퀴놀린 유도체를 배위 또는 킬레이트시킴으로써 제조된다. 이 경우, 이리듐 화합물 1 몰에 대하여 퀴놀린 유도체를 3 몰 이상 반응시킨다. 이리듐 화합물로서는 트리스(아세틸아세토네이트)이리듐($Ir(acac)_3$), 또는 염화이리듐 등을 사용할 수 있다. 여기에서 'acac'는 '아세틸아세톤'의 약칭이다.

화학식 B1



그런데, 양자역학적 고찰에 따르면, 전자와 정공의 결합에 의해 발생하는 여기 상태 전체 중 대략 3/4의 비율로 전자 스핀이 평행한 삼중항 여기 상태가 생성되며, 대략 1/4의 비율로 전자 스핀이 역평행하며 스핀 양자수의 합이 0이 되는 일중항 여기 상태가 생성된다고 여겨지고 있다.

이를 2종류의 여기 상태 중 일중항 여기 상태에 있는 전자가 기저 상태로 전이함에 따라 발광하는 것은 '형광'이라고 불리운다. 형광은 스핀이 허용되며 쉽게 발생한다. 따라서, 형광은 유기 EL 소자 등의 발광 현상에 있어서 널리 이용된다.

한편, 삼중항 여기 상태에 있는 전자가 기저 상태로 전이함에 따라 발광하는 것은 '인광'이라고 불리운

다. 인광은 스핀이 금지되며, 파우리의 배타 원리에 따르면 동일한 전자 궤도 (이 경우에는 기저 상태에 상당함)에 전자 스핀이 평행한 2개의 전자는 존재할 수 없다. 따라서, 삼중항 여기 상태에 있는 전자가 기저 상태로 전이하여 발광하기 위해서는, 전이하는 전자의 전자스핀이 어떠한 섭동을 받아 반전할 필요가 있다. 그러나, 유기 EL 소자에 통상 사용되는 발광 물질의 대부분은 전자 스핀의 반전이 곤란하다. 따라서, 인광은 통상의 물질에서는 액체 질소 온도 이하의 극히 저온 영역에서만 관측되는 특수한 현상으로서 알려져 있다.

예를 들면, 종래의 적색 발광 유기 EL 소자의 발광 재료로서 사용되는 상술한 DCM에 재료는 일중항 여기 상태를 경유하여 적색 형광을 발하는 것이며, 이 재료에 있어서는 여기 상태 전체 중 대략 3/4을 차지하는 삼중항 여기 상태를 유효하게 이용할 수 없다. 따라서, 이러한 DCM계 적색 발광 재료로 이루어지는 발광층을 가진 유기 EL 소자에 있어서는, 발광 효율을 향상시키는 것이 곤란하다.

이에 대하여, 상술한 바와 같이 본 실시예의 유기 EL 소자 (100)에 있어서는, 발광층 (5)가 적색 내지 오렌지색의 발광 재료로서 상기 화학식 1로 표시되는 구조를 가진 유기 이리듐 화합물을 포함하기 때문에, 발광층 (5)에 있어서는 삼중항 여기 상태를 경유하여 적색 내지 오렌지색의 인광을 발하는 것이 가능하다. 이와 같이, 이 경우에 있어서는 여기 상태 전체 중 대략 3/4을 나타내는 삼중항 여기 상태를 유효하게 이용하는 것이 가능해진다. 그에 따라, 유기 EL 소자 (100)에 있어서는, 고휘도의 적색 내지 오렌지색광을 높은 발광 효율로 얻을 수 있게 된다.

그런데, [M. A. Bald et al., Applied Physics Letters, Vol. 75, No.1, p4 (1999)]에 있어서는, 상기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 가진 유기 이리듐 화합물과 유사한 구조를 가진 유기 이리듐 화합물이 개시되어 있다. 그러나, 여기에 개시된 유기 이리듐 화합물은 페닐피리딘과 이리듐을 조합한 화합물이며, 그에 따라 본 실시예와 같이 퀴놀린 유도체와 이리듐을 조합한 화합물과 비교하여 π 공역 전자계가 짧다. 따라서, 이 문헌에 개시된 페닐피리딘과 이리듐으로 이루어지는 유기 이리듐 화합물의 발광색은 녹색이 된다.

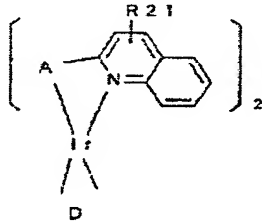
한편, 본 실시예에 있어서는 퀴놀린 유도체와 이리듐을 조합한 유기 이리듐 화합물을 사용하고 있기 때문에, 페닐피리딘과 이리듐으로 이루어지는 상기 화합물과 비교하여 π 공역 전자계를 연장시키는 것이 가능해진다. 따라서, 본 실시예에 있어서는, 적색 내지 오렌지색 영역에 스펙트럼을 이행시키는 것이 가능해져 적색 내지 오렌지색 발광이 가능한 유기 EL 소자를 실현할 수 있게 된다.

발광층 (5)에 포함되는 상기 유기 이리듐 화합물은, 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기를 나타내며, A는 후술하는 치환기를 나타내고, D는 환상 구조를 형성하는 후술하는 치환기를 나타낸다.

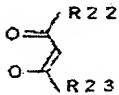
예를 들면, R21은 $-C_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), 페닐기, 나프틸기, $-CN$, $-N(C_nH_{2n+1})_2$ ($n=1$ 내지 10), $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OCH_3$, $-OC_2H_5$ 등이다.

또한, 상기 화학식 2 중의 D는, 예를 들면 하기 화학식 D1 또는 D2로 표시되는 분자 구조를 가진 치환기일 수도 있다.

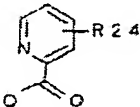
<화학식 2>



<화학식 D1>



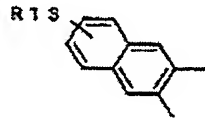
<화학식 D2>



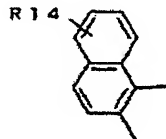
또한, 화학식 D1, D2 중의 R22 내지 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이다. 예를 들면, R22 내지 R24는 $-C_nH_{2n+1}$ ($n=0$ 내지 10), 페닐기, 나프틸기, 푸릴기, 디에닐기, $-N(C_nH_{2n+1})_2$ ($n=1$ 내지 10), $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, CF_3 등이다.

또한, 상기 화학식 2 중의 A는, 예를 들면 하기 화학식 A12 내지 A16으로 표시되는 분자 구조를 가진 치환기 중 어느 하나일 수도 있다.

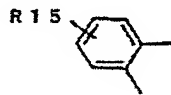
<화학식 A12>



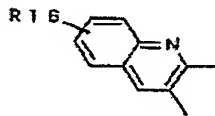
<화학식 A13>



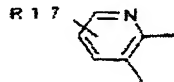
<화학식 A14>



<화학식 A15>



<화학식 A16>

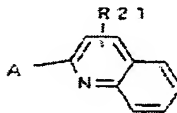


또한, 화학식 A12 내지 A16 중의 R13 내지 R17은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이다. 예를 들면, R13 내지 R17은 $-C_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), 페닐기, 나프틸기, $-CN$, $-N(C_2H_5)_2$ ($n=1$ 내지 10), $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1$ 내지 10), $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OCH_3$, $-OC_2H_5$ 등이다.

이와 같이 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되며, 상기 화학식 2로 표시되는 구조를 가진 유기 이리듐 화합물은 삼중항 여기 상태를 경유하여 적색 내지 오렌지색의 인광을 발하는 것이 가능하다.

상기 화학식 2로 표시되는 유기 이리듐 화합물은, 하기 화학식 B2로 표시되는 분자 구조를 가진 퀴놀린 유도체와 이리듐 화합물 및 상기 화학식 A1 또는 A2로 표시되는 R에 대응하는 화합물을 반응시켜 이리듐에 퀴놀린 유도체 및 R을 배위 또는 킬레이트시킴으로써 제조된다. 이 경우, 이리듐 화합물 1 몰에 대하여 퀴놀린 유도체를 1.5 내지 2.5 몰, 및 R에 대응하는 화합물을 0.5 내지 1.5 몰 반응시킨다. 이리듐 화합물로서는 트리스(아세틸아세토네이트)이리듐($Ir(acac)_3$), 또는 염화이리듐 등을 사용할 수 있다. 여기서, 'acac'는 '아세틸아세톤'의 약칭이다.

<화학식 B2>



또한, 본 발명에 관한 유기 EL 소자의 구조는 상기한 구조로 한정되지 않으며, 여러가지 구조를 사용할 수 있다. 예를 들면, 홀 주입 전극 (2)와 전자 주입 전극 (7) 사이에 발광층 및 전자 수송층의 2층만을 설치한 구조일 수도 있다. 또한, 홀 주입 전극 (2)와 전자 주입 전극 (7) 사이에 홀 수송층, 발광층, 홀 저지층 및 전자 수송층이 순서대로 적층된 구조일 수도 있다.

또한, 유기 EL 소자에 있어서는, 발광층과 전자 주입 전극 사이에 발광층보다 큰 미온화 포텐셜을 가진 홀 저지층을 설치하는 것이 바람직하다. 이러한 홀 저지층을 설치함으로써 발광층과 홀 저지층간의 에너지

지 장벽을 크게 할 수 있게 된다. 그에 따라 정공(홀)이 발광층에서 전자 주입 전극측의 층 (예를 들면 전자 수송층이나 전자 주입층)으로 주입되는 것을 방지할 수 있어 발광층에 있어서 효율적으로 정공과 전자를 재결합시킬 수 있게 된다. 그 결과, 유기 EL 소자에 있어서 발광 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

상기한 유기 EL 소자 (100)에 있어서는, 홀 주입 전극 (2)와 전자 주입 전극 (7) 사이에 전압을 인가함으로써, 유기 EL 소자 (100)의 발광층 (5)가 적색 내지 오렌지색으로 발광하여 유리 기판 (1)의 뒷면에서 광이 출사된다.

실시예

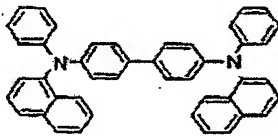
이하, 실시예 1 내지 3 및 비교예의 유기 EL 소자를 제조하여, 이 소자의 발광 특성을 측정하였다.

<실시예 1>

실시예 1에 있어서는, 유리 기판 상에 홀 주입 전극(양극), 홀 수송층, 발광층, 홀 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입 전극(음극)이 순서대로 적층되어 이루어지는 유기 EL 소자를 사용하였다.

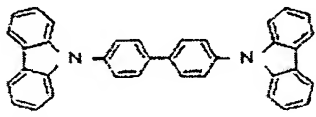
이 경우, 유기 EL 소자의 홀 주입 전극은 두께 1000 Å의 인듐-주석 산화물 (ITO)을 포함한다. 또한, 홀 수송층은 500 Å의 두께를 가지며, 하기 화학식 11로 표시되는 분자 구조를 가진 N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘 (이하, 'NPB'라고 함)을 포함한다.

화학식 11

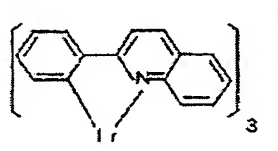


발광층 (5)는 200 Å의 두께를 가지며, 호스트 재료로서 하기 화학식 9로 표시되는 분자 구조를 가진 CBP를 포함하고, 동시에 적색 내지 오렌지색 발광 도펀트로서 하기 화학식 8로 표시되는 분자 구조를 가진 트리스(2-페닐퀴놀린)이리듬 (이하, Ir(Phq)₃이라고 함)을 포함한다. 이 Ir(Phq)₃은 삼중항 여기 상태를 공유하여 적색 내지 오렌지색 발광이 가능하다.

<화학식 9>



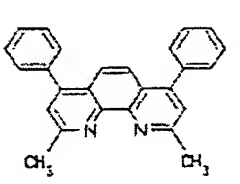
<화학식 8>



또한, 이 경우 발광층 (5)는 Ir(Phq)₃을 호스트 재료인 CBP에 대하여 6.5 중량% 포함한다. 또한, 이 경우에 있어서는 호스트 재료인 CBP의 이온화 포텐셜이 5.9 eV이다.

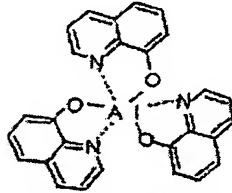
홀 저지층은 100 Å의 두께를 가지며, 하기 화학식 12로 표시되는 분자 구조를 가진 바소쿠프로인 (Bathocuproine: 이하, BCP라고 함)으로 구성된다. 이러한 BCP로 구성되는 홀 저지층의 이온화 포텐셜은 6.2 eV이며, 발광층의 호스트 재료인 CBP와 비교하여 큰 이온화 포텐셜을 갖는다.

화학식 12



또한, 전자 수송층은 150 Å의 두께를 가지며, 하기 화학식 13으로 표시되는 분자 구조를 가진 트리스(8-히드록시퀴놀리네이트)알루미늄 (이하, Alq라고 함)으로 구성된다. 이러한 Alq로 구성되는 전자 수송층의 이온화 포텐셜은 5.5 eV이다.

화학식 13



여기서, 상기한 바와 같이 이온화 포텐셜이 큰 홀 저지층이 발광층과 전자 수송층 사이에 형성된 본 실시예의 유기 EL 소자에 있어서는, 발광층과 홀 저지층간의 에너지 장벽이 커지게 된다. 따라서, 정공(홀)이 발광층에서 전자 수송층으로 주입되는 것을 방지할 수 있게 된다. 그에 따라, 발광층에 있어서 효율적으로 정공과 전자의 재결합을 행할 수 있게 된다. 그 결과, 유기 EL 소자에 있어서, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

또한, 전자 주입 전극은 두께 2000 Å의 MgIn 합금 (비율 10:1)을 포함한다.

상기와 같은 구조를 가진 유기 EL 소자는 이하와 같이 하여 제조하였다.

우선, 유리 기판 상에 인듐-주석 산화물(ITO)로 이루어지는 홀 주입 전극을 형성하였다. 이어서, 홀 주입 전극이 형성된 유리 기판을 중성 세제에 의해 세정한 후, 아세톤 중에서 10분 및 에탄올 중에서 10분간 초음파 세정하였다. 또한, 오존 클리너로 유리 기판의 표면을 세정하였다.

그 후, 상기 ITO로 이루어지는 홀 주입 전극 상에 진공 증착법에 의해 홀 수송층, 발광층, 홀 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입 전극을 순서대로 적층하였다. 이들 증착은 모두 진공도 1×10^{-6} Torr에서 기판의 온도를 제어하지 않고 상온의 조건하에서 행하였다.

상기한 방법에 의해 제조된 유기 EL 소자의 홀 주입 전극에 양의 바이어스 전압을 인가하고, 동시에 전자 주입 전극에 음의 바이어스 전압을 인가하여 이 소자의 발광 특성을 측정하였다.

상기와 같이 하여 유기 EL 소자의 발광 특성을 측정한 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는 파장 586 nm에 피크를 갖는 양호한 오렌지색광을 얻을 수 있었다. 여기에서 얻어진 오렌지색광은 CIE (Commission International d'Eclairage) 색도 좌표에 있어서 $x=0.53$ 및 $y=0.46$ 이었다. 또한, 이 경우, x 는 CIE 색도 좌표의 광축이고, y 는 CIE 색도 좌표의 종축이다.

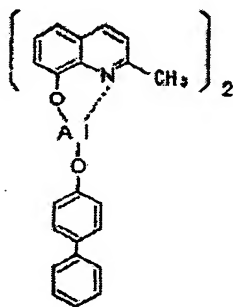
또한, 이 경우, 유기 EL 소자의 최고 휘도는 $34,200 \text{ cd/m}^2$ 이고, 이 때의 발광 효율은 15.7 cd/A 였다.

<실시예 2>

실시예 2에 있어서는, 이하의 점을 제외하고는 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 또한, 실시예 2의 유기 EL 소자는 실시예 1의 유기 EL 소자의 제조 방법과 동일한 방법에 의해 제조하였다.

실시예 2의 유기 EL 소자에 있어서는, 홀 저지층이 하기 화학식 14로 표시되는 분자 구조를 가진 ((1,1'-비스페닐)-4-올라토)(2-메틸-8-퀴놀리노레이트-N1, 08)알루미늄 (이하, BAiq라고 함)을 포함한다. 이러한 BAiq로 구성되는 홀 저지층의 두께는 100 Å이고, 이온화 포텐셜은 5.6 eV였다.

화학식 14



여기서, 이와 같이 큰 이온화 포텐셜을 갖는 홀 저지층이 발광층과 전자 수송층 사이에 형성된 본 실시예의 유기 EL 소자에 있어서는, 발광층과 홀 저지층간의 에너지 장벽이 커지기 때문에 정공(홀)이 발광층에서 전자 수송층으로 주입되는 것을 방지할 수 있게 된다. 그에 따라, 발광층에 있어서 효율적으로 정공과 전자의 재결합을 행할 수 있게 된다. 그 결과, 유기 EL 소자에 있어서, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 583 nm에 피크를 갖는 양호한 오렌지색광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기에서 얻어진 오렌지색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.53$ 및 $y=0.46$ 이었다. 또한, 이 경우, 유기 EL 소자의 최고 휘도는 $38,700 \text{ cd/m}^2$ 이고, 이 때의 발광 효율은 14.4 cd/A 였다.

<실시예 3>

실시예 3에 있어서는, 발광층이 호스트 재료를 포함하지 않고 두께 200 Å의 Ir(Phq)_3 의 단층만으로 구성되는 점을 제외하고는, 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 또한, 실시예 3의 유기 EL 소자는 실시예 1의 유기 EL 소자의 제조 방법과 동일한 방법에 의해 제조하였다.

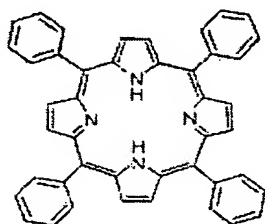
여기서, 본 실시예의 유기 EL 소자에 있어서는, 발광층과 전자 수송층 사이에 이온화 포텐셜이 큰 홀 저지층이 형성되어 있기 때문에, 발광층과 홀 저지층간의 에너지 장벽이 커지게 된다. 따라서, 정공(홀)이 발광층에서 전자 수송층으로 주입되는 것을 방지할 수 있게 된다. 그에 따라, 발광층에 있어서 효율적으로 정공과 전자의 재결합을 행할 수 있게 된다. 그 결과, 유기 EL 소자에 있어서, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 598 nm에 피크를 갖는 양호한 오렌지색광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기에서 얻어진 오렌지색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.57$ 및 $y=0.43$ 이었다. 또한, 이 경우의 유기 EL 소자의 최고 휘도는 $15,560 \text{ cd/m}^2$ 이고, 이 때의 발광 효율은 0.2 cd/A 였다.

<비교예>

비교예에 있어서는, 발광층의 적색 내지 오렌지색 발광 도펀트로서 Ir(Phq)_3 대신에 하기 화학식 15로 표시되는 구조를 갖는 5,10,15,20-테트라페닐-21H,23H-포르핀 (이하, TPP라고 함)을 사용한 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 이러한 비교예의 유기 EL 소자는, 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 방법에 의해 제조하였다. 또한, 발광층 중에 적색 내지 오렌지색 발광 도펀트로서 포함되는 TPP는 일종한 여기 상태를 공유하여 적색 내지 오렌지색으로 발광하는 물질이다.

화학식 15



상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 645 nm에 피크를 갖는 적색 발광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기

에서 얻어진 적색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.65$ 및 $y=0.35$ 였다. 또한, 이 경우의 최고 휘도는 100 cd/m^2 이고, 이 때의 발광 효율은 0.1 cd/A 였다.

미상과 같이 상기한 실시예 1 내지 3 및 비교예로부터, 발광층의 적색 내지 오렌지색 도펀트로서 삼중항 여기 재료인 Ir(Phq)_3 를 사용함으로써, 유기 EL 소자에 있어서 고휘도의 적색 내지 오렌지색 발광을 양호한 발광 효율로 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

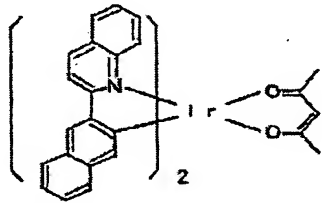
또한, 실시예 1, 2와 실시예 3를 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 발광층이 호스트로서 BCP 또는 BAIC를 포함하는 경우에는 발광층이 Ir(Phq)_3 만으로 구성되는 경우와 비교하여 휘도 및 발광 효율을 더 향상시킬 수 있었다.

<실시예 4 내지 13>

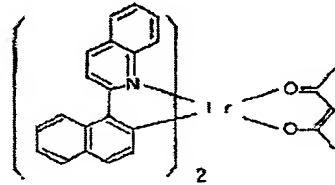
실시예 4 내지 13에 있어서는, 발광층의 도펀트를 제외하고는 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 또한, 실시예 4 내지 13의 유기 EL 소자는 실시예 1의 유기 EL 소자의 제조 방법과 동일한 방법에 의해 제조하였다.

실시예 4 내지 13의 유기 EL 소자의 발광층의 도펀트로서는, 각각 하기 화학식 C1 내지 C10으로 표시되는 분자 구조를 가진 화합물 1 내지 10을 사용하였다.

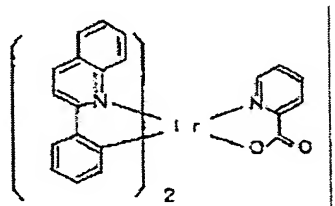
<화학식 C1>



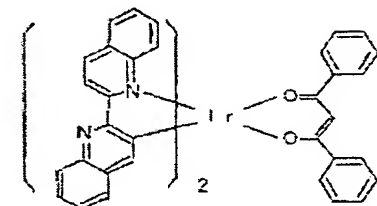
<화학식 C2>



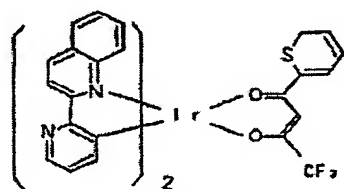
화학식 C3



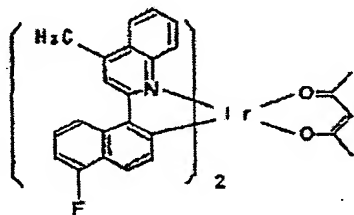
화학식 C4



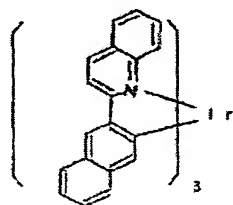
화학식 C5



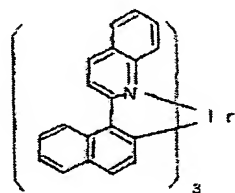
화학식 C6



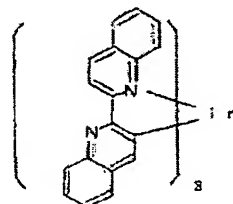
<화학식 C7>



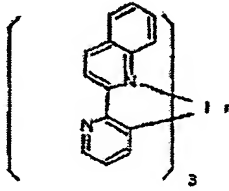
<화학식 C8>



화학식 C9



화학식 C8



상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 도 2에 실시예 11의 유기 EL 소자의 발광 스펙트럼을 대표적으로 나타내었다. 도 2에 나타난 바와 같이, 실시예 11의 유기 EL 소자에 있어서는 파장 630 nm에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 얻을 수 있었다.

실시예 4 내지 13의 유기 EL 소자의 재료 및 발광 특성의 측정 결과를 표 1에 나타내었다.

[표 1]

번호	양극	음극	발광층	공극층	전계	유기	최대 휘도 (cd/m ²)	전압 (V)	발광 효율 (lm/W)	색도 좌표 (x, y)
실시예 14	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 1(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	12,300	5.4	825	0.64, 0.35
실시예 15	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 2(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	15,200	5.8	829	0.65, 0.34
실시예 16	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 3(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	29,500	14.2	590	0.58, 0.43
실시예 17	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 4(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.8	823	0.64, 0.35
실시예 18	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 5(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	21,000	11.4	585	0.53, 0.48
실시예 19	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 6(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	11,200	4.8	630	0.65, 0.34
실시예 16	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 7(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.7	825	0.64, 0.35
실시예 11	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 8(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.7	630	0.65, 0.34
실시예 12	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 9(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	10,000	4.3	823	0.64, 0.35
실시예 13	ITO	NPB	CBP(호스트)+6.5% 도펀트 10(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	23,000	12.3	585	0.53, 0.48
실시예 14	ITO	NPB	CBP(호스트)+13% 도펀트 3(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	43,000	18.2	602	0.53, 0.42
실시예 15	ITO	NPB	CBP(호스트)+20% 도펀트 3(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	17,000	8	608	0.58, 0.42
실시예 16	ITO	NPB	CBP(호스트)+3% 도펀트 3(도펀트)	BCP	Alq	MgIn	20,300	10.2	574	0.53, 0.46

표 1의 결과로부터 발광층의 적색 내지 오렌지색 발광 도펀트로서 삼중항 여기 재료인 화합물 1 내지 10을 사용함으로써, 유기 EL 소자에 있어서 고휘도의 적색 내지 오렌지색 발광을 양호한 발광 효율로 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

<실시예 14 내지 16>

실시예 14 내지 16에 있어서는, 발광층의 도펀트로서 상기한 화합물 3을 사용함 점을 제외하고는, 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 실시예 14 내지 16의 유기 EL 소자에 있어서, 도펀트인 화합물 3의 농도를 각각 13%, 20% 및 3%로 하였다. 또한, 실시예 14 내지 16의 유기 EL 소자는 실시예 1의 유기 EL 소자의 제조 방법과 동일한 방법에 의해 제조하였다.

상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 실시예 14 내지 16의 유기 EL 소자의 재료 및 발광 특성의 측정 결과를 상기 표 1에 나타내었다.

실시예 14에 따르면 도펀트인 화합물 3의 농도가 13%인 경우 최고 휘도가 43,000 cd/m²이고, 이 때의 발광 효율은 18.2 cd/A였다. 실시예 15에 따르면 도펀트인 화합물 3의 농도가 6.5%인 경우 최고 휘도가 29,500 cd/m²이고, 이 때의 발광 효율은 14.2 cd/A였다. 실시예 16에 따르면, 도펀트인 화합물 3의 농도가 3%인 경우 최고 휘도가 20,100 cd/m²이고, 이 때의 발광 효율은 10.2 cd/A였다. 실시예 15에 따르면, 도펀트인 화합물 3의 농도가 20%인 경우 최고 휘도가 17,000 cd/m²이고, 이 때의 발광 효율은 8 cd/A였다. 실시예 14, 15, 16의 결과로부터 화합물 3의 농도가 3% 내지 20%인 범위에서 양호한 발광 효율을 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

<실시예 17>

실시예 17에서는, 유기 이리듐 화합물을 발광층의 호스트 재료로서 사용하였다. 실시예 17에 있어서는, 발광층이 호스트 재료로서 Ir(Phq)₃를 포함하며, 발광층이 발광 도펀트로서 상기 화학식 C8로 표시되는 화합물 8을 6.5 중량% 포함하는 점을 제외하고는, 실시예 1의 유기 EL 소자와 동일한 구조를 갖는 유기 EL 소자를 사용하였다. 또한, 실시예 17의 유기 EL 소자는 실시예 1의 유기 EL 소자의 제조 방법과 동일한 방법에 의해 제조하였다.

상기한 유기 EL 소자에 대하여 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 621 nm에 피크를 갖는 적색 발광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기에서 얻어진 적색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.63$ 및 $y=0.36$ 이었다. 또한, 이 경우의 최고 휘도는 9800 cd/m^2 이고, 이 때의 발광 효율은 4.1 cd/A 였다.

이상과 같이 상기한 실시예 17로부터 발광층의 호스트 재료로서 삼중항 여기 재료인 Ir(Phq)_3 를 사용함으로써, 유기 EL 소자에 있어서 고휘도의 적색 내지 오렌지색 발광을 양호한 발광 효율로 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

<실시예 18>

실시예 18에서는 유기 이리듐 화합물을 홀 수송 재료로서 사용하였다. 실시예 18에 있어서는, 유리 기판 상에 IT0로 이루어지는 홀 주입 전극, Ir(Phq)_3 으로 이루어지는 30 nm의 홀 수송층, Alq로 이루어지는 50 nm의 발광층 및 MgIn 합금으로 이루어지는 전자 주입 전극이 순서대로 적층되어 이루어지는 유기 EL 소자를 사용하였다.

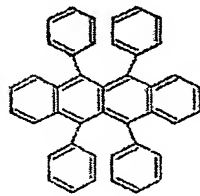
상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 530 nm에 피크를 갖는 녹색 발광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기에서 얻어진 녹색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.37$ 및 $y=0.52$ 였다. 또한, 이 경우의 최고 휘도는 3100 cd/m^2 이고, 이 때의 발광 효율은 1.5 cd/A 였다.

이상과 같이 상기한 실시예 18로부터 홀 수송 재료로서 삼중항 여기 재료인 Ir(Phq)_3 를 사용함으로써, 유기 EL 소자에 있어서 고휘도의 녹색 발광을 양호한 발광 효율로 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

<실시예 19>

실시예 19에서는 유기 이리듐 화합물을 전자 수송 재료로서 사용하였다. 실시예 19에 있어서는, 유리 기판 상에 IT0로 이루어지는 홀 주입 전극, 50 nm의 발광층, Ir(Phq)_3 으로 이루어지는 30 nm의 전자 수송층 및 MgIn 합금으로 이루어지는 전자 주입 전극이 순서대로 적층되어 이루어지는 유기 EL 소자를 사용하였다. 발광층은 호스트 재료로서 NPB를 포함하며, 발광 도펀트로서 하기 화학식 16으로 표시되는 분자 구조를 가진 루브렌을 5 중량% 포함하였다.

화학식 16



상기한 유기 EL 소자에 대하여, 실시예 1의 경우와 동일한 방법에 의해 발광 특성을 측정하였다. 그 결과, 이 유기 EL 소자에 있어서는, 파장 560 nm에 피크를 갖는 황색 발광을 얻을 수 있었다. 또한, 여기에서 얻어진 황색광은 CIE 색도 좌표에 있어서 $x=0.47$ 및 $y=0.51$ 이었다. 또한, 이 경우의 최고 휘도는 2800 cd/m^2 이고, 이 때의 발광 효율은 1.3 cd/A 였다.

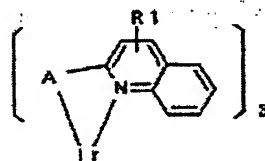
이상과 같이 상기한 실시예 19로부터 전자 수송 재료로서 삼중항 여기 재료인 Ir(Phq)_3 를 사용함으로써, 유기 EL 소자에 있어서 고휘도의 황색 발광을 양호한 발광 효율로 실현할 수 있는 것을 알 수 있었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 홀 주입 전극과 전자 주입 전극 사이에 발광층을 구비한 유기 전계 발광 소자에 있어서, 상기 발광층이 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

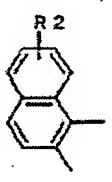
청구항 2. 제 1항에 있어서, 상기 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물이 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 1 중의 R1은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 1>



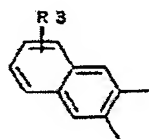
청구항 3. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A1 중의 R2는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A1>



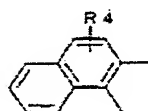
청구항 4. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A2 중의 R3는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A2>



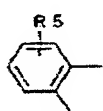
청구항 5. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A3으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A3 중의 R4는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A3>



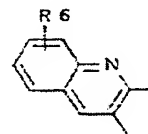
청구항 6. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A4로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A4 중의 R5는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A4>



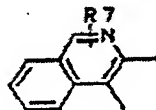
청구항 7. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A5로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A5 중의 R6는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A5>



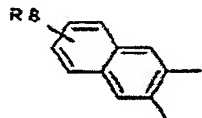
청구항 8. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A6으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A6 중의 R7는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A6>



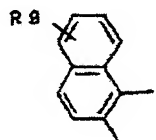
청구항 9. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A7로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A7 중의 R8은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A7>



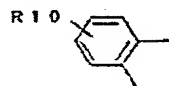
청구항 10. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A8로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A8 중의 R9는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A8>



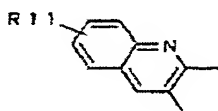
청구항 11. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A9로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A9 중의 R10은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A9>



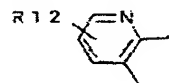
청구항 12. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A10으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A10 중의 R11은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A10>



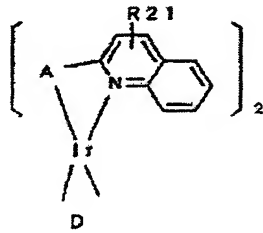
청구항 13. 제2항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A11로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A11 중의 R12는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A11>



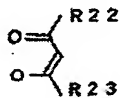
청구항 14. 제1항에 있어서, 상기 미리등과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물이 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, D는 환상 구조를 형성하는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 2>



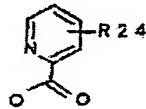
청구항 15. 제1항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 M1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 M1 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 M1>



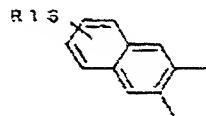
청구항 16. 제1항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 M2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 M2 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 M2>



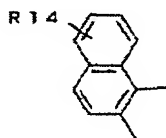
청구항 17. 제1항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A12로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A12 중의 R13은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 A12>



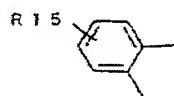
청구항 18. 제1항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A13으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A13 중의 R14는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 A13>



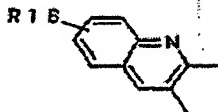
청구항 19. 제1항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A14로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A14 중의 R15는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 A14>



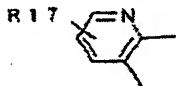
청구항 20. 제1항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A15로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A15 중의 R16은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 말단 소자.

<화학식 A15>



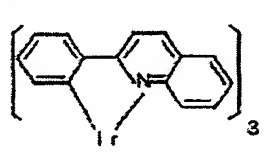
청구항 21. 제16항에 있어서, 상기 A가 하기 화학식 A16으로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 A16 중의 R17은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 전계 발광 소자.

<화학식 A16>



청구항 22. 제1항에 있어서, 상기 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물이 하기 화학식 8로 표시되는 분자 구조를 가진 트리스(2-페닐퀴놀린)이리듐인 유기 전계 발광 소자.

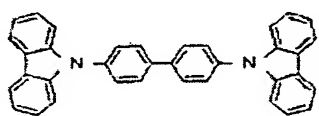
<화학식 8>



청구항 23. 제1항에 있어서, 상기 발광층이 호스트 재료를 더 포함하며, 상기 이리듐과 퀴놀린 유도체로 구성되는 화합물의 함유량은 상기 호스트 재료에 대하여 0.1 중량% 이상 50 중량% 이하인 유기 전계 발광 소자.

청구항 24. 제24항에 있어서, 상기 호스트 재료가 하기 화학식 9로 표시되는 분자 구조를 가진 4,4'-비스(카르바졸-9-일)비페닐인 유기 전계 발광 소자.

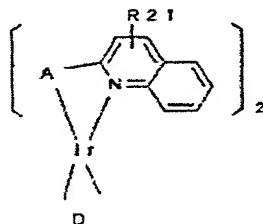
<화학식 9>



청구항 25. 제1항에 있어서, 상기 발광층과 전자 주입 전극 사이에 설치되며, 상기 발광층보다 큰 이온화 포텐셜을 갖는 홀저지층을 더 구비하는 유기 전계 발광 소자.

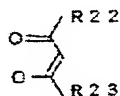
청구항 26. 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, D는 환상 구조를 형성하는 치환기인 발광 재료.

<화학식 2>



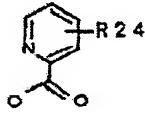
청구항 27. 제26항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 D1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 D1 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 발광 재료.

<화학식 D1>



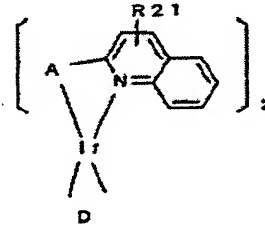
청구항 28. 제28항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 D2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 D2 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 발광 재료.

<화학식 D2>



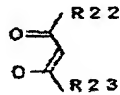
청구항 29. 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 2 중의 R21은 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기이고, A는 치환기이며, D는 환상 구조를 형성하는 치환기인 유기 화합물.

<화학식 2>



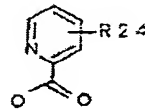
청구항 30. 제29항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 D1로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 D1 중의 R22 및 R23은 동일하거나 또는 상이하며 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 화합물.

<화학식 D1>



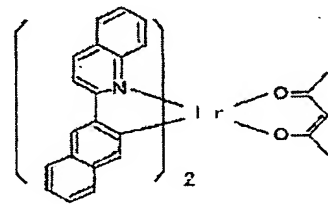
청구항 31. 제29항에 있어서, 상기 D가 하기 화학식 D2로 표시되는 분자 구조를 가지며, 화학식 D2 중의 R24는 수소 원자, 할로겐 원자 또는 치환기인 유기 화합물.

<화학식 D2>



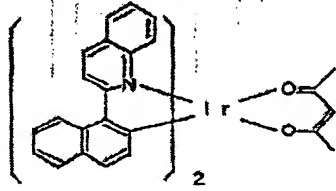
청구항 32. 하기 화학식 C1로 표시되는 분자 구조를 갖는 유기 화합물.

<화학식 C1>



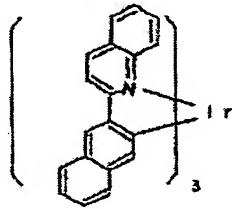
청구항 33. 하기 화학식 C2로 표시되는 분자 구조를 갖는 유기 화합물.

<화학식 C>



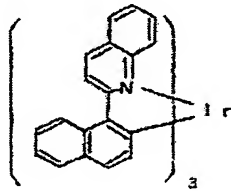
청구항 34. 하기 화학식 C7로 표시되는 분자 구조를 갖는 유기 화합물.

<화학식 C7>



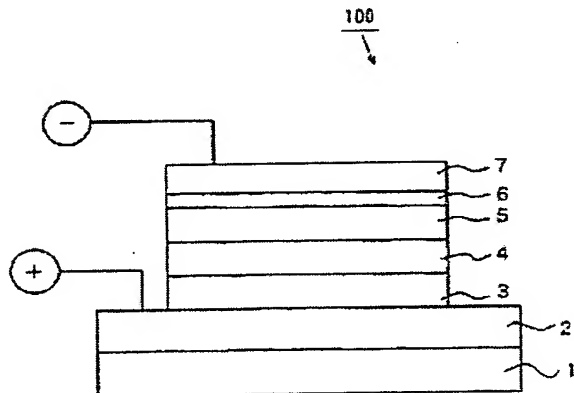
청구항 35. 하기 화학식 C8로 표시되는 분자 구조를 갖는 유기 화합물.

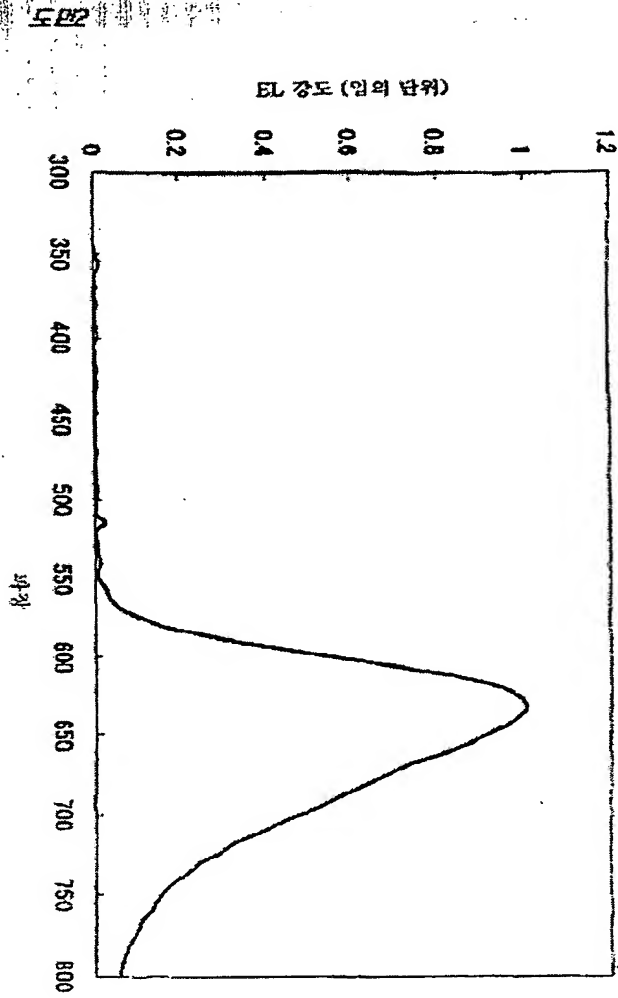
<화학식 C8>



도면

도면1





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.